

(11)Publication number : 06-125188
(43)Date of publication of application : 06.05.1994

(51)Int.Cl.

H05K 7/20
F28D 15/02
G06F 1/20
H01L 23/473

(21)Application number : 04-273239
(22)Date of filing : 12.10.1992

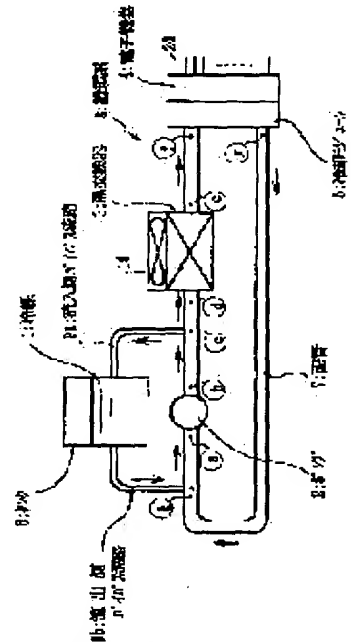
(71)Applicant : FUJITSU LTD
(72)Inventor : FUJISAKI AKIHIKO
KATSUMI HIDEO

(54) SYSTEM FOR COOLING ELECTRONIC APPARATUS

(57) Abstract:

PURPOSE: To suppress pressure rises in the circulating system and closed system of a structure for cooling electronic apparatus to low levels.

CONSTITUTION: In this cooling system, a pump 2 for circulating a coolant 1, heat exchanger 3 for cooling the coolant 1, cooling module 5 for cooling the electronic apparatus 4, and tank 6 are provided and a circulating system 8 is constituted by connecting the pump 2, heat exchanger 3, and module one after another through piping 7. The tank 6 is connected to the circulating system through an incoming-side by-pass flow passage 9a which is branched from the piping 7 between the pump 2 and heat exchanger 3 in the system 8 and outgoing-side by-pass flow passage 9a which joints the piping 7 between the module 5 and pump 2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	10.06.1997
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	2801998
[Date of registration]	10.07.1998
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-125188

(43)公開日 平成6年(1994)5月6日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 5 K 7/20

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

M 8727-4E

B 8727-4E

F 8727-4E

7165-5B

G 0 6 F 1/ 00

3 6 0 C

H 0 1 L 23/ 46

Z

審査請求 未請求 請求項の数12(全 11 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平4-273239

(22)出願日

平成4年(1992)10月12日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 藤▲崎▼ 明彦

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 勝見 日出夫

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 山川 雅男

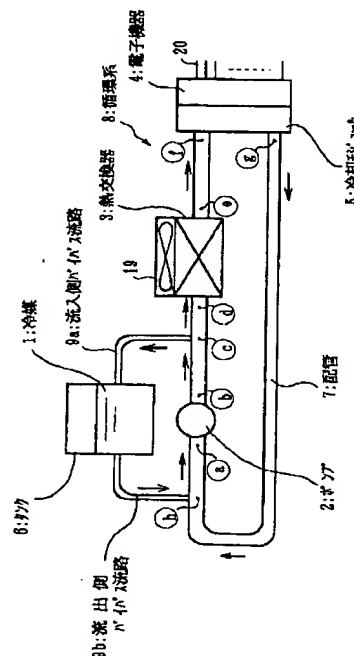
(54)【発明の名称】 電子機器の冷却装置

(57)【要約】

【目的】本発明は電子機器の冷却構造に関し、循環系の圧力、および密閉系での圧力上昇を低く抑えることを目的とする。

【構成】冷媒1を循環させるポンプ2と、冷媒1を冷却する熱交換器3と、電子機器4を冷却する冷却モジュール5と、タンク6とを有し、前記ポンプ2、熱交換器3、冷却モジュール5を配管7により順に接続して循環系8を構成し、前記タンク6は、前記循環系8におけるポンプ2と熱交換器3間の配管7から分岐する流入側バイパス流路9aと、冷却モジュール5とポンプ2間の配管7に合流する流出側バイパス流路9bを介して循環系8に接続して構成する。

本発明の実施例を示す図



【特許請求の範囲】

【請求項1】冷媒(1)を循環させるポンプ(2)と、冷媒(1)を冷却する熱交換器(3)と、電子機器(4)を冷却する冷却モジュール(5)と、タンク(6)とを有し、前記ポンプ(2)、熱交換器(3)、冷却モジュール(5)を配管(7)により順に接続して循環系(8)を構成し、前記タンク(6)は、前記循環系(8)におけるポンプ(2)と熱交換器(3)間の配管(7)から分岐する流入側バイパス流路(9a)と、冷却モジュール(5)とポンプ(2)間の配管(7)に合流する流出側バイパス流路(9b)を介して循環系(8)に接続される電子機器の冷却装置。

【請求項2】前記タンク(6)は、内圧により内容積が増減する弾性可動部(10)を備える請求項1記載の電子機器の冷却装置。

【請求項3】前記流出側バイパス流路(9b)と循環系(8)との合流部に液溜り(11)を設け、かつ、前記流出側バイパス流路(9b)を、液溜り(11)の上部に接続した請求項1または2記載の電子機器の冷却装置。

【請求項4】請求項1または2記載の電子機器の冷却装置における流入側バイパス流路(9a)の配管(7)からの分岐点を、熱交換器(3)と冷却モジュール(5)間の間に代えた電子機器の冷却装置。

【請求項5】前記流出側バイパス流路(9b)と循環系(8)との合流部に液溜り(11)を設け、かつ、前記流出側バイパス流路(9b)を、液溜り(11)の上部に接続した請求項4記載の電子機器の冷却装置。

【請求項6】前記流出側バイパス流路(9b)は、タンク(6)と液溜り(11)とを隔てる仕切り部材(12)に設けられた孔状の流路である請求項5記載の電子機器の冷却装置。

【請求項7】前記流出側バイパス流路(9b)の液溜り(11)との境界部には、液溜り(11)内に冷媒(1)を噴霧するノズル(13)を設けた請求項5または6記載の電子機器の冷却装置。

【請求項8】前記冷却モジュール(15)とポンプ(2)間の配管(7)の途中に液溜り(11)を設け、かつ、該液溜り(11)内の気体を外部へ放出するベントバルブ(23)を、液溜り(11)の上部に設けた請求項1、2または4記載の電子機器の冷却装置。

【請求項9】前記流入側バイパス流路(9a)には、循環系(8)側が所定の圧力になると開く弁を備えたリリーフバルブ(14)を設けた請求項1、2、3、4、5、6、7または8記載の電子機器の冷却装置。

【請求項10】流入側バイパス流路(9a)と流出側バイパス流路(9b)のいずれか一方、または両方に設けられ、弁開度が操作可能な調整弁(15)と、該調整弁(15)の弁開度を、液温センサ(21)、あるいはタンク(6)に設けた圧力センサ(17)による検出値の

所定の関数として変化させる制御器(16)とを有する請求項1、2、3、4、5、6、7、8または9記載の電子機器の冷却装置。

【請求項11】流入側バイパス流路(9a)と流出側バイパス流路(9b)のいずれか一方、または両方に設けられ、弁開度が操作可能な調整弁(15)と、該調整弁(15)の弁開度を操作量とし、循環系(8)内に設けた圧力センサ(17)による検出値を制御量とする定値制御を行う制御器(16)とを有する請求項1、2、3、4、5、6、7、8または9記載の電子機器の冷却装置。

【請求項12】前記タンク(6)には、タンク(6)内が所定の圧力になると外部への流路を開く弁を備えた第2のリリーフバルブ(22)を設けた請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10または11記載の電子機器の冷却構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電子機器、特に発熱密度の高いLSIを多数使用するコンピュータ等の電子機器を、冷媒を循環させて冷却を行なう電子機器の冷却装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、電子機器の循環冷却を行なうための循環系は、図18に示すように、冷媒1を貯めたり、あるいは補給するためのタンク6と、冷媒1を循環させるポンプ2と、冷媒1から熱を取り除くための熱交換器3と、電子機器4に冷媒1を直接、あるいは間接に接触させる冷却モジュール5を構成要素として含み、冷媒1を、タンク6、ポンプ2、熱交換器3、冷却モジュール5、タンク6の順で循環させるように構成される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】一方、冷却モジュール5や電子機器4は精密部品であり、過大な圧力が加わるのは望ましくないにもかかわらず、上述した従来例においては、タンク6が循環系8の一部分を構成するために、タンク6と他の部分との圧力差は系の形状、流量等に応じて一義的に決定され、冷却系の他の要素に大きな圧力が負荷されてしまうという欠点を有するものであった。

【0004】すなわち、循環系8が密閉系の場合には、循環系8に沿う圧力分布を示した図19に明らかなように、液温の上昇により冷媒1の蒸気圧が上昇し、それに伴うタンク内圧の上昇がそのまま循環系8の圧力上昇につながり、また、開放系の場合には、タンク内圧が大気圧で固定されるために、冷却モジュール5等、循環系8を構成する他の要素の圧力を低減させることは、制限が多く、困難である。

【0005】なお、図19において、初期状態は、実線で、電子機器4が発熱して液温が上昇した状態は2点鎖

線で示されており、初期状態は、冷媒1の循環を始める前、タンク6内は大気圧であったものとして表わされている。また、図19におけるアルファベットは、図18に示す各部位に対応して示されており、装置内での各部位の高さは略同等であるものとしている。

【0006】本発明は、以上の欠点を解消すべくなされたものであって、循環系8の圧力、および密閉系での圧力上昇を低く抑えることのできる電子機器の冷却装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明によれば上記目的は、実施例に対応する図1に示すように、冷媒1を循環させるポンプ2と、冷媒1を冷却する熱交換器3と、電子機器4を冷却する冷却モジュール5と、タンク6とを有し、前記ポンプ2、熱交換器3、冷却モジュール5を配管7により順に接続して循環系8を構成し、前記タンク6は、前記循環系8におけるポンプ2と熱交換器3間の配管7から分岐する流入側バイパス流路9aと、冷却モジュール5とポンプ2間の配管7に合流する流出側バイパス流路9bを介して循環系8に接続される電子機器の冷却装置を提供することにより達成される。

【0008】また、図5に示すように、タンク6に、内圧により内容積が増減する弾性可動部10を備えたり、あるいは図7に示すように、流出側バイパス流路9bと循環系8との合流部に液溜り11を設けることも可能である。

【0009】さらに、上記冷却構造において、図3に示すように、流入側バイパス流路9aを、熱交換器3と冷却モジュール5間の配管7から分岐することも可能であり、この態様において、流出側バイパス流路9bと循環系8との合流部に液溜り11を設けたり、あるいは、図9に示すように、タンク6と液溜り11とを隔てる仕切り部材12に設けられた孔状の流路を流出側バイパス流路9bとしたり、図10に示すように、流出側バイパス流路9bの液溜り11との境界部にノズル13を設けることが可能である。

【0010】また、図11に示すように、冷却モジュール5とポンプ2間の配管7の途中に、上部にベントバルブ23を備えた液溜り11を設けることも可能である。さらに、図12に示すように、流入側バイパス流路9aに、循環系8側が所定の圧力になると開く弁を備えたりリーフバルブ14を設けたり、図14に示すように、流入側バイパス流路9aと流出側バイパス流路9bのいずれか一方、または両方に弁開度が操作可能な調整弁15を設け、調整弁15の弁開度を、液温センサ21、あるいはタンク6に設けた圧力センサ17による検出値の所定の関数として変化させる制御器16により制御することも可能であり、あるいは、上記制御器16により、調整弁15の弁開度を操作量とし、循環系8内に設けた圧力センサ17による検出値を制御量とする定値制御を行

なうこともできる。

【0011】さらに、図17に示すように、タンク6に、タンク6内が所定の圧力になると外部への流路を開く弁を備えた第2のリリーフバルブ22を設けることも可能である。

【0012】

【作用】ポンプ2、熱交換器3、冷却モジュール5からなる冷媒1の循環系8に対して、ポンプ2を跨架するようにバイパス流路9a、9bを介してタンク6を接続した場合、タンク内圧は、バイパス流路9a、9bと循環系8との接続点における循環系8の圧力と、バイパス流路9a、9bの流体抵抗の関数で与えられる。

【0013】ここで、バイパス流路9a、9bの流体抵抗は、流路の内径等を変更することにより可変であり、該バイパス流路9a、9bの流体抵抗を適宜値に設定することにより、タンク内圧と循環系8の圧力分布との相対的な関係の制御が可能となる。

【0014】また、請求項2記載の発明における弾性可動部10は、密閉系における、液温変化等によるタンク内圧の変動を低減させ、請求項3記載の液溜り11は、循環系8の流速を一旦低下させ、冷媒1液と気泡の分離を行う。

【0015】さらに、請求項4記載の発明において、タンク6内の液温の上昇を抑えることが可能となる。また、請求項5記載の発明における液溜り11は、請求項3記載の発明と同様に、循環系8の流速を一旦低下させ、冷媒液と気泡18の分離を行い、請求項6記載の発明における仕切り部材12、および請求項7記載のノズル13は、液溜り11上部の気泡18と低温の冷媒1との接触、熱交換を促進する。

【0016】また、請求項8記載の発明における液溜り11は、請求項3記載の発明と同様に、循環系8の流速を一旦低下させて冷媒液と気泡18の分離を行うとともに、その上部に設けられたベントバルブ23から、液溜り11内に溜まった気体を外部へ放出することを可能とする。

【0017】さらに、請求項9記載のリリーフバルブ14は、内圧の上昇により動作し、循環系8の圧力上昇を抑え、請求項10記載の発明における調整弁15は、タンク内圧変化による循環系8の圧力変化を相殺し、請求項11記載の発明において、調整弁15の弁開度は、循環系8内の圧力センサ17の検出値が一定となるように調整される。

【0018】また、請求項12記載の発明における第2のリリーフバルブ22は、タンク内圧の上昇により動作し、タンク6および循環系8における過大な圧力上昇を抑える。

【0019】

【実施例】以下、本発明の望ましい実施例を添付図面に基づいて詳細に説明する。本発明の第1の実施例を図1

に示す。この実施例において、例えば、水、フッ化炭素等からなる冷媒 1 の循環系 8 は、ポンプ 2 と、熱交換器 3 と、冷却モジュール 5 を構成要素として含み、各要素は、配管 7 により上記順序で連結される。なお、図 1 において 19 は熱交換器 3 に設けられるファンを示し、20 は電子機器 4 に接続される電源、および信号の配線を示す。

【0020】また、上記循環系 8 に供給される冷媒 1 の貯蔵、補給を行なうためのタンク 6 は、バイパス流路 9 a、9 b を介して循環系 8 に連結される。バイパス流路 9 a、9 b は、流出側 9 b がポンプ 2 の流入側に、流入側 9 a がポンプ 2 の出力側に接続されている。なお、図 1 において冷媒 1 の流れの向きは、図中矢印で示されており、タンク 6 は、密閉型であっても、開放型であってもよい。

【0021】上記冷却装置における圧力分布を密閉系に

$$\text{タンク内圧} = \frac{R_0}{R_i + R_0} P_0 + \frac{R_i}{R_i + R_0} P_0 \quad \text{..... (1)}$$

【0024】となり、例えば、 $R_i = R_0$ ならば、タンク内圧は、 $(p_i + p_0) / 2$ と等しくなり、また、 $R_i \gg R_0$ ならば、タンク内圧は p_0 と等しくなり、従来例における圧力分布と同じになる。

【0025】ここで、バイパス流路 9 a、9 b の流体抵抗 R_i 、 R_0 は、流路の内径、長さ、途中に配置された弁等の部品により変更可能であり、該流体抵抗 R_i 、 R_0 を調整することにより、 p_i と p_0 の間の任意の圧力が、タンク内圧と等しくなるように設定することができる。

$$\Delta p = \text{タンク内圧} - P_0 = \frac{R_0}{R_i + R_0} (P_i - P_0) \quad \text{..... (2)}$$

【0029】となる。この場合、 p_0 をタンク内圧に対して低くし過ぎると、初期状態でポンプ 2 の入口圧が低くなり過ぎて、ポンプ 2 でのキャビテーションが生じてしまうため、 Δp の値は、このような不具合が生じない範囲で決定される。

【0030】なお、以上の説明においては、密閉系を例に取ったが、大気に対して開放されている開放系においても、循環系 8 の圧力を低く抑える効果が発揮されるために、冷却モジュール 5 等に加わる圧力を従来例に比して低くすることが可能となる。

【0031】本発明の第 2 の実施例を図 3 に示す。この実施例において、流入側バイパス流路 9 a は、熱交換器 3 と冷却モジュール 5 間の配管 7 から分岐される。なお、以下の実施例の説明において、上述した実施例と同一の構成は、図中に同一の符号を付して説明を省略する。

【0032】この実施例における循環系 8 の圧力分布は、図 4 に示すように、上述した第 1 の実施例と略同様であるが、タンク 6 への流入側バイパス流路 9 a の接続点が熱交換器 3 と冷却モジュール 5 との間に移動しているため、液温が上昇しても、タンク 6 内は、熱交換器 3

について図 2 に示す。図 2 において左側は、循環系 8 内における圧力分布を示し、右側がバイパス流路 9 a、9 b、およびタンク 6 部分の圧力分布を示し、図 19 と同様に、初期状態は、実線で、電子機器 4 が発熱して液温が上昇した状態は 2 点鎖線で示されている。なお、図 2 におけるアルファベットは、図 1 に示す各部位に対応して示されており、装置内での各部位の高さは略同等であるものとしている。

【0022】いま、タンク 6 への流入側バイパス流路 9 a の流体抵抗を R_i 、タンク 6 からの流出側バイパス流路 9 b の流体抵抗を R_0 、バイパス流路の接続点 c、h における循環系 8 の圧力をそれぞれ p_i 、 p_0 とすると、タンク内圧と p_i 、 p_0 との関係は、

【0023】

【数 1】

【0026】したがって、予め p_0 をタンク内圧より Δp だけ低く設定しておけば、その分、純化長 8 側の圧力分布は従来例より下がることになり、液温の上昇等でタンク内圧が大気圧より上昇しても、循環系 8 側の大気圧に対する圧力上昇は、従来例より低く抑えられる。

【0027】すなわち、この場合の圧力上昇抑制量 Δp は、

【0028】

【数 2】

を通った後の比較的低温の冷媒 1 で満たされることとなり、第 1 の実施例に比して、内圧の上昇はごく僅かに収めることができる。

【0033】さらに、本実施例においては、開放系の場合の動作も上述した第 1 の実施例と同様の効果を奏するものであるが、タンク 6 内の温度が第 1 の実施例よりも低く抑えられるために、冷媒 1 の蒸散を抑えることができるという効果をも奏することができる。

【0034】図 5 に上述した実施例におけるタンク 6 の変形を示す。この変形例は、密閉系において特に有効であり、タンク 6 は、弾性可動部 10 を備える。弾性可動部 10 は、タンク 6 の内圧に応じてその内容積が変化するように構成されるもので、図示の弾性可動部 10 は、ベローズにより形成されるが、この外に、ゴム膜、アキユムレータ等、適宜の構造を採用することができ、さらに、弾性可動部 10 の設置位置は、タンク 6 のどこであってもよい。

【0035】上記弾性可動部 10 の効果を図 6 に示す。図 6 において実線は弾性可動部 10 を有しないタンク 6 を使用して本実施例の冷却装置を構成した場合の液温—タンク内圧線図であり、1 点鎖線は、本変形例に係るタ

ンク6を使用する場合の液温-タンク内圧線図を示す。

【0036】図6において明らかなように、密閉系内部の圧力は、冷媒蒸気圧等の変化をもたらす液温の変動によって変化し、液温の上昇により、徐々に上昇するが、弾性可動部10は、密閉系内容積がある程度増減する余裕をタンク6に与え、タンク内圧の変動は、緩和される。この結果、同じ圧力上昇抑制量 Δp に対して、弾性可動部10を有しない場合は、液温がTAまで上昇したところで抑制効果が相殺されてしまうのに対し、弾性可動部10を設けた場合の方は、より広い液温範囲（初期液温～TB）において、圧力上昇の抑制効果をもてることがとなるのである。

【0037】また、図7に示すように、流出側バイパス流路9bと循環系8との接続部に液溜り11を設け、該液溜り11の上部に流出側バイパス流路9bを接続すると、液溜り11において循環系8の流速が落ちるため、循環してきた冷媒1液と気泡18との分離を促進させることができ、循環系8への冷媒1注入時等におけるガス抜きを容易に行うことができる。

【0038】なお、図7に示すように、流出側バイパス流路9bは、分離した気泡18が途中で滞留することなくスムーズにタンク6へと抜けるような構造とすることが望ましい。また、図7においては、第1の実施例を基本に液溜り11を設けた場合を示したが、図8に示すように、第2の実施例を基本に液溜り11を設けることも可能であり、この場合においても、上記効果を奏することが可能である。

【0039】さらに、図9に示すように、第2の実施例を基本に液溜り11を設けた冷却装置において、タンク6と液溜り11とを、仕切り部材12を介して隣接配置し、該仕切り部材12に穿孔した孔を流出側バイパス流路9bとして構成したり、図10に示すように、仕切り部材12にノズル13を設け、タンク6内の冷媒1をノズル13を介して液溜り11に供給するように構成することもでき、このように構成することにより、冷却モジュール5における冷媒1の沸騰等で生じた気泡18とタンク6内の低温の冷媒1との接触、熱交換を促進することができる。

【0040】なお、図9において、仕切り部材12に設けられる孔の形状、個数、配置は任意であり、仕切り部材12内で流路が分岐、合流を繰り返す多孔質状のものであってもよい。

【0041】また、図11に示すように、冷却モジュール5とポンプ2間の配管7の途中に液溜り11を設け、該液溜り11内の気体を外部へ放出するベントバルブ23を液溜り11の上部に設けると、図7に示した実施例と同様に、液溜り11において循環系8の流速が落ちるため、循環してきた冷媒液と気泡18との分離を促進させることができる。

【0042】気体を外部へ放出するベントバルブ23に

は、必要に応じて弁を開閉する主動式のパルプや、気体と液体の密度差を利用して気体のみを自動的に放出するタイプのパルプ等を用いることができるほか、タンク6との高さの差による静水圧を考慮しても液溜り11内の圧力が大気圧以下になり得る場合には、空気の吸い込みを防止するように、これらのパルプと直列に逆止弁を併用してもよい。

【0043】なお、図11においては、第1の実施例を基本に液溜り11を設けた場合を示したが、同様に第2の実施例に対して設けることも可能である。また、流出側バイパス流路9bの循環系8への合流点と液溜り11との位置関係は、図11のように液溜り11の方が上流であるか、またはその逆でもよく、あるいは一致（流出側バイパス流路9bが液溜り11に接続）していてもよい。

【0044】図12に本発明の第3の実施例を示す。この実施例は、循環系8の圧力を適切に調整することを可能としたもので、流入側バイパス流路9aの途中には、リリーフバルブ14が配置される。このリリーフバルブ14は、循環系8側が所定の圧力に達すると、冷媒1がタンク6側に流れるように開く弁を備えており、循環系8の圧力は、以下のように決定される。

【0045】すなわち、液温の上昇等により p_i が上昇し、リリーフバルブ14の弁作動圧力を越えると、リリーフバルブ14は開き始め、以下、図13に示すように、右上がりの圧力-開度特性に沿って開度が増していく。一方、リリーフバルブ14が開くにつれて、 R_i は減少するために、(2)式より、圧力上昇抑制量 Δp が増加し、循環系8の圧力は、右下がりの曲線で表わされる特性曲線に沿って降下していく。したがって、この特性曲線とリリーフバルブ14の特性との交点が実際の p_i を与えることとなる。このため、リリーフバルブ14が100%開き切るまでは、 p_i は、略弁作動圧力の付近に保たれる。

【0046】なお、この実施例において、タンク6は密閉型であっても、開放型であってもよい。また、熱交換器3は、水冷式のものを使用しているが、図1に示すように、空冷式のものを使用することも可能であり、さらに、図1、3、7、8、9、11に示す熱交換器3を水冷式とすることも自由である。

【0047】図14に本発明の第4の実施例を示す。この実施例において、タンク6と循環系8とを接続する2本のバイパス流路9a、9bには、制御器16からの指令により弁開度が調整される調整弁15が設けられ、タンク6には、タンク内圧を計測するための圧力センサ17が設けられる。

【0048】図15は制御器16による調整弁15の制御状態を示すもので、圧力センサ17からの制御入力が高くなると、制御器16は、流出側バイパス流路9bに配置された調整弁15に対して弁開度を低下させ、流入

側バイパス流路9aに配置された調整弁15に対して弁開度を増加させるように動作する。

【0049】この結果、タンク内圧の上昇に伴って、流入側バイパス流路9aの流路抵抗 R_i は減少し、流出側バイパス流路9bの流路抵抗 R_o は増加し、(2)式より、圧力上昇抑制量 Δp が増加する。したがって、こ

$$\text{タンク内圧上昇量} + \Delta p_0 = \Delta p \quad \text{----- (3)}$$

【0051】と表わされる。ただし、 Δp_0 は、初期状態における圧力上昇抑制量を与える定数である。ここで、タンク内圧上昇量は、タンク内圧と大気圧との差であること、および(2)式を用いると、(3)式は次の

$$\text{タンク内圧} - \text{大気圧} + \Delta p_0 = \frac{R_o}{R_i + R_o} (p_i - p_0) \quad \text{---- (4)}$$

【0053】これは、さらに、

【0054】

$$\frac{R_i}{R_o} = \frac{(p_i - p_0)}{\text{タンク内圧} - \text{大気圧} + \Delta p_0} - 1 \quad \text{----- (5)}$$

【0055】と変形できる。ここで、 $(p_i - p_0)$ の値は、循環系8内の2点間の圧力差であるため、一定となる。したがって、タンク内圧の値に対して、(5)式から決まる R_i 、 R_o の比に等しくなるように R_i 、 R_o の値を適宜定め、その流路抵抗値に相当する調整弁の開度を制御状態線図の値とすることにより、(3)式の条件を満たすことができる。

【0056】なお、上述した実施例において、調整弁15は、流入側、流出側バイパス流路9a、9bの両方に設けられているが、いずれか一方のみに設けておくことも可能であり、さらに、制御器16に入力される検出値としては、図6のような液温-タンク内圧関係を利用して、例えば、図14の1点鎖線で示すように、タンク6に設けた液温センサ21の値を使用することも可能である。

【0057】また、上記制御器16における制御に、調整弁15の弁開度を操作量とし、図14に点線で示すように、循環系8内に設けた圧力センサ17による検出値を制御量とする定値制御を行なわせることで、タンク6が密閉型、開放型のいずれであっても、圧力センサ17の検出値が一定となるように、弁開度を操作することが可能である。また、例えば、流入側バイパス流路9aの調整弁15のみを操作するように構成する場合には、制御器16において、図16に示す処理を行なえばよい。

【0058】なお、図16において k は正の値の制御パラメータ（比例ゲイン）であり、系の特性に応じて適宜決定される。さらに、例えば、PID制御等、より応答性、安定性に優れた制御方式を適用することももちろん可能である。

【0059】図17に、上述した実施例におけるタンク6のさらに他の変形例を示す。この変形例は、密閉系において特に有効であり、タンク6には、第2のリリーフバルブ22が設けられる。この第2のリリーフバルブ2

の Δp がタンク内圧の上昇量と一定の差を保つように、予め、図15の各制御状態線図の詳細を決めておくことにより、循環系8側の圧力上昇は相殺される。すなわち、この条件は、

【0050】

【数3】

ようになる。

【0052】

【数4】

【数5】

2は、タンク6内が所定の圧力に達すると、タンク6内から外部への流路を開く弁を備えており、以下のように機能する。

【0060】すなわち、上述した各実施例において、圧力上昇抑制量 Δp は無制限に大きくできるわけではなく、(2)式より、 $(p_i - p_0)$ がその上限であることがわかる。したがって、ファン19の故障による液温上昇等によりタンク内圧が異常に上昇すると、循環系8に過大な圧力が加わることもなり得るが、このような場合に、上記第2のリリーフバルブ22からタンク内のガス等を外部に放出することで、タンク内圧を低下させ、循環系8における過大な圧力上昇を未然に防止することができる。

【0061】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、循環系の圧力、および密閉系での圧力上昇を低く抑えることができ、冷却モジュール、および電子機器の信頼性を向上させることができる。

【0062】また、タンクに弾性可動部を設けた場合には、液温等、密閉系のタンク内圧を変化させる因子に対して、より広い範囲で圧力上昇を抑制することができる。さらに、流出側バイパス流路と循環系との合流部、あるいは冷却モジュールとポンプ間の配管の途中に液溜りを設けると、循環系の冷媒からの気泡の分離が促進され、保守性を向上させることができる。

【0063】また、流入側バイパス流路を、熱交換器と冷却モジュール間の配管から分岐した場合には、タンク内の冷媒温度を低くすることができるために、圧力上昇を効果的に抑えることができる上に、開放系での冷媒蒸散を抑えることができ、さらに、タンクと液溜りとを隔てる仕切り部材に設けられた孔状の流路を流出側バイパス流路としたり、流出側バイパス流路の液溜りとの境界部にノズルを設けた場合には、沸騰循環系での蒸気泡の

消泡を効率よく行なうことができ、沸騰循環系の小型化、安定化を図ることができる。

【0064】また、流入側バイパス流路にリリーフバルブを設けたり、流入側、流出側バイパス流路に調整弁を設けると、循環系の圧力変動が抑えられ、冷却性能の安定性、信頼性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示す図である。

【図2】図1の圧力分布図である。

【図3】本発明の第2の実施例を示す図である。

【図4】図3の圧力分布図である。

【図5】タンクの変形例を示す図である。

【図6】弾性可動部の動作を示す図である。

【図7】液溜りを設けた変形例を示す図である。

【図8】第2の実施例に液溜りを設けた変形例を示す図である。

【図9】図8の変形例を示す図である。

【図10】図9の他の変形例を示す図である。

【図11】液溜りを設けたさらに他の変形例を示す図である。

【図12】本発明の第3の実施例を示す図である。

【図13】リリーフバルブの動作を示す図である。

【図14】本発明の第4の実施例を示す図である。

【図15】調整弁の動作を示す図である。

【図16】制御器の動作を示す図である。

【図17】タンクのさらに他の変形例を示す図である。

【図18】従来例を示す図である。

【図19】従来例における圧力分布を示す図である。

【符号の説明】

- | | |
|-----|------------|
| 1 | 冷媒 |
| 2 | ポンプ |
| 3 | 熱交換器 |
| 4 | 電子機器 |
| 5 | 冷却モジュール |
| 6 | タンク |
| 7 | 配管 |
| 8 | 循環系 |
| 9 a | 流入側バイパス流路 |
| 9 b | 流出側バイパス流路 |
| 10 | 弾性可動部 |
| 11 | 液溜り |
| 12 | 仕切り部材 |
| 13 | ノズル |
| 14 | リリーフバルブ |
| 15 | 調整弁 |
| 16 | 制御器 |
| 17 | 圧力センサ |
| 21 | 液温センサ |
| 22 | 第2のリリーフバルブ |
| 23 | ベントバルブ |

【図3】

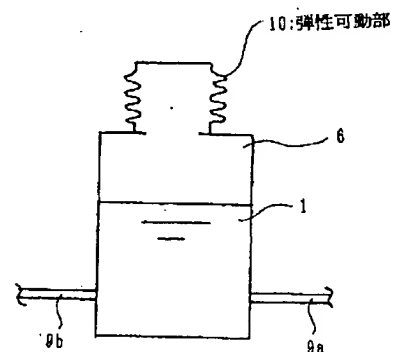
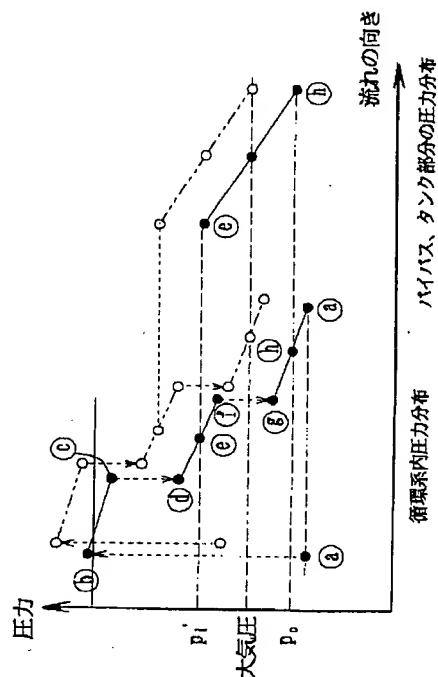
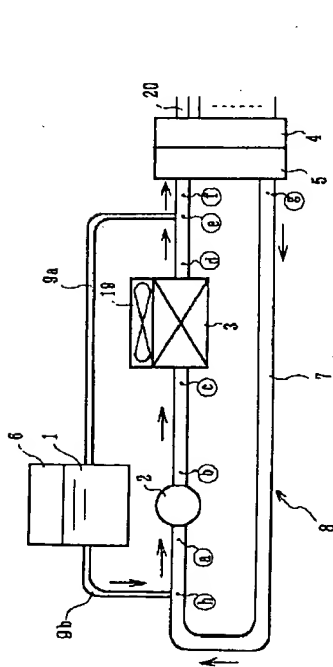
【図4】

【図5】

本発明の第2の実施例を示す図

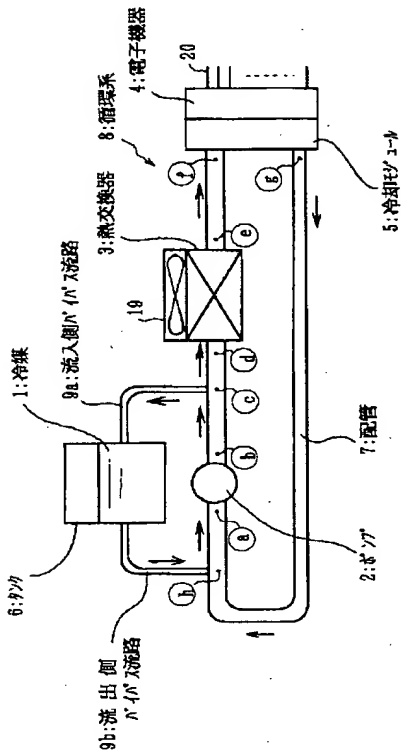
図3の圧力分布図

タンクの変形例を示す図



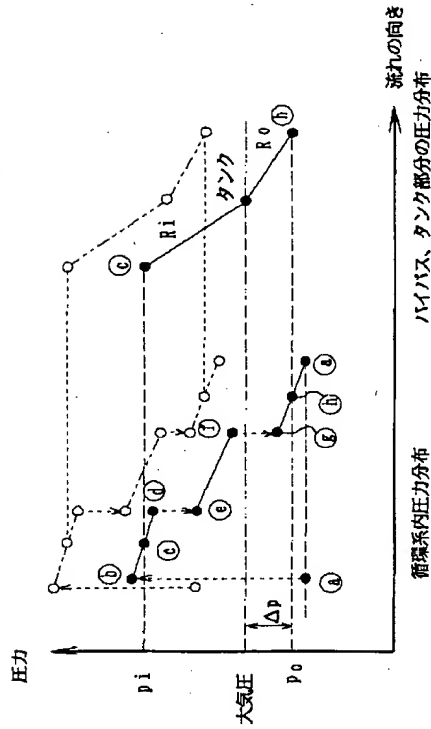
【図1】

本発明の実施例を示す図



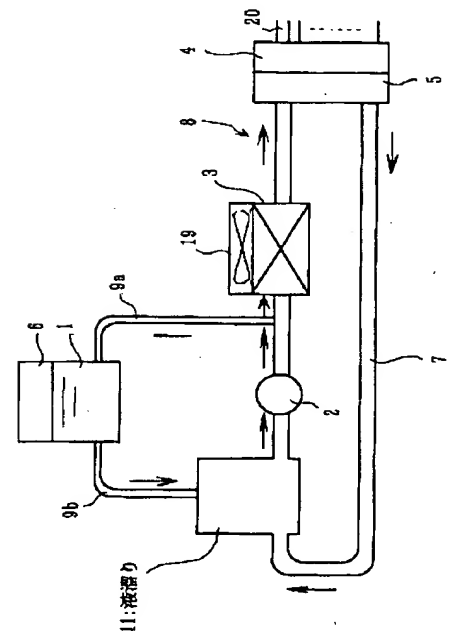
【図2】

図1の圧力分布図



【図7】

液溜りを設けた変形例を示す図

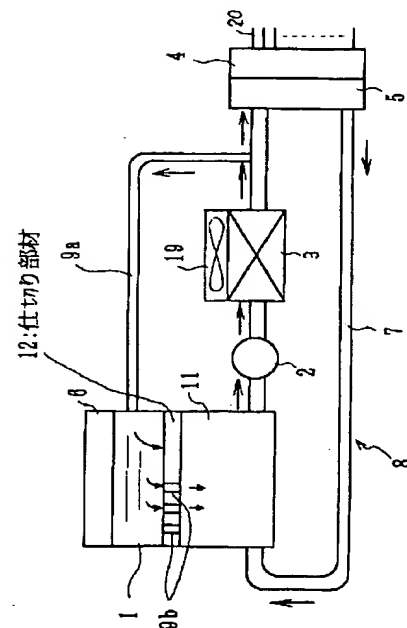
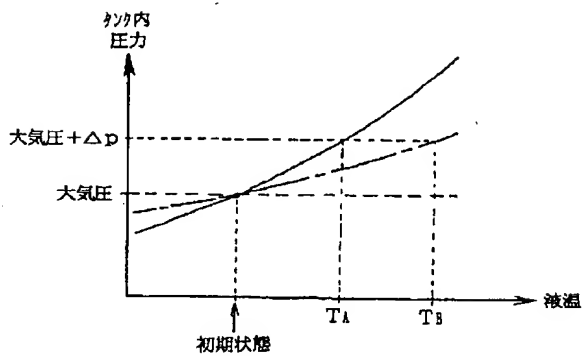


【図9】

図8の変形例を示す図

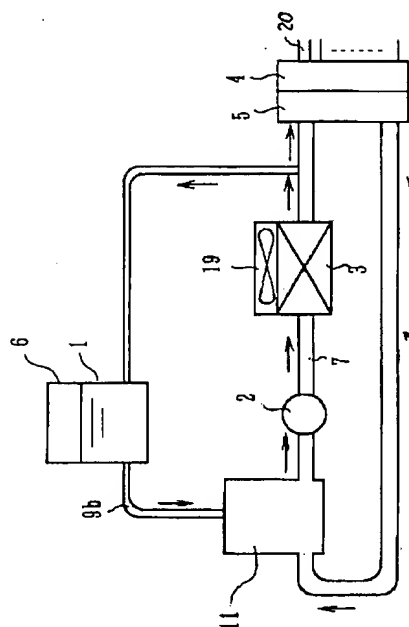
【図6】

弾性可動部の動作を示す図



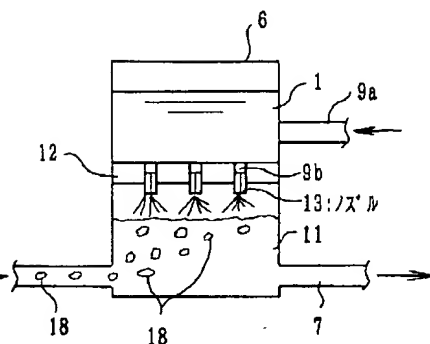
【図8】

第2の実施例に液溜りを設けた変形例を示す図



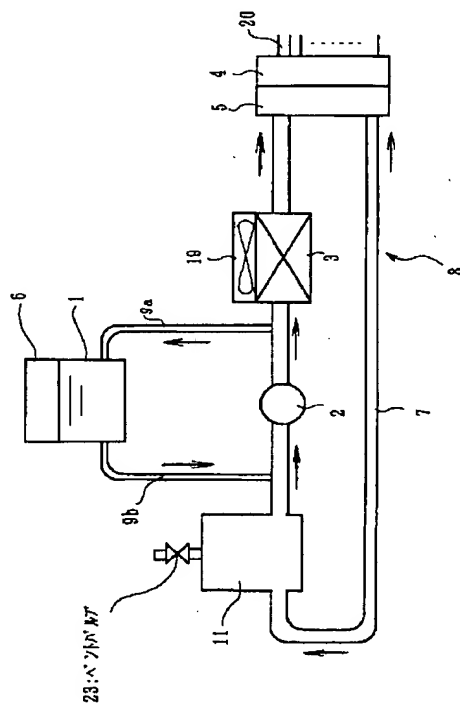
【図10】

図9の他の変形例を示す図



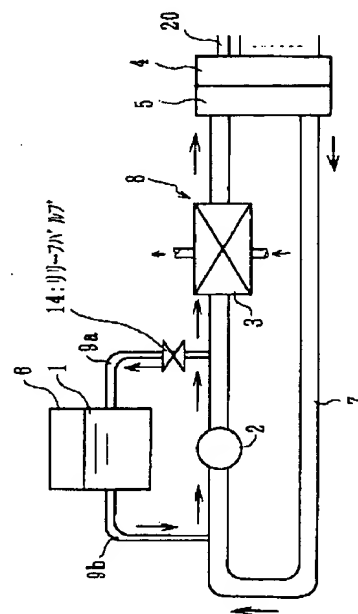
【図11】

液溜りを設けたさらに他の変形例を示す図



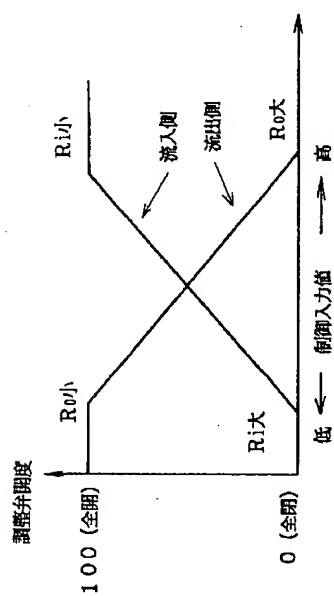
【図12】

本発明の第3実施例を示す図



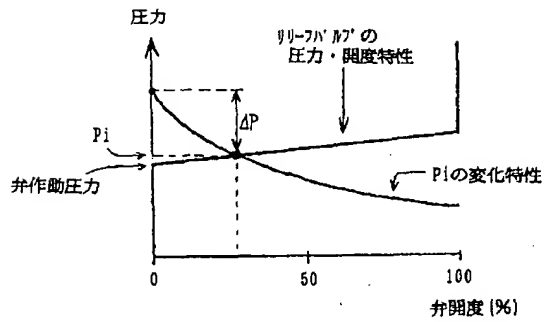
【図15】

調整弁の動作を示す図



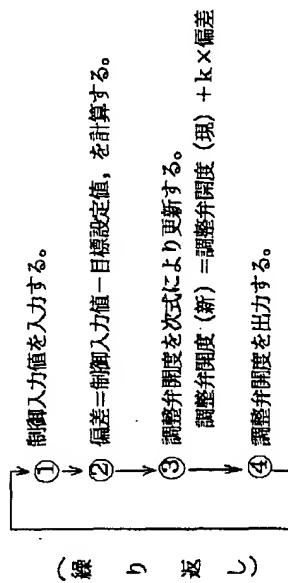
【図13】

リリーフバルブの動作を示す図



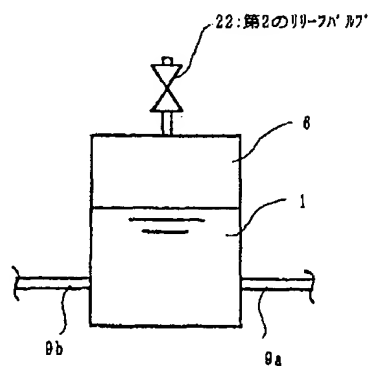
【図16】

制御器の動作を示す図



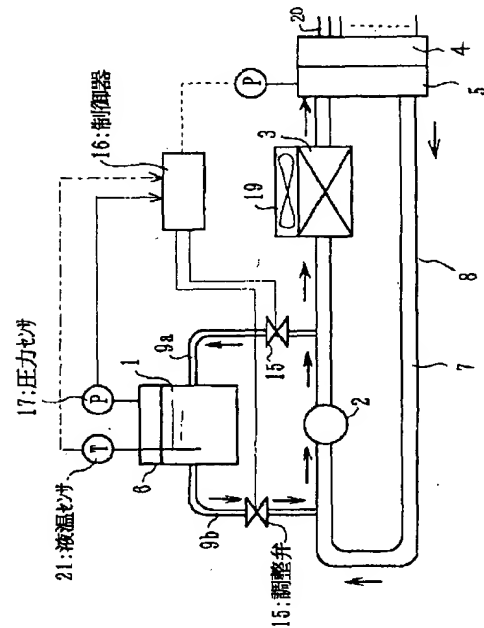
【図17】

タンクのさらに他の変形例を示す図



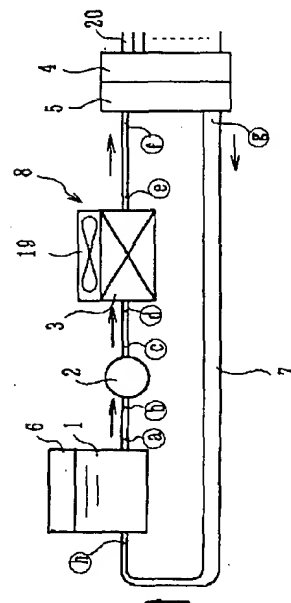
【図14】

本発明の第4の実施例を示す図



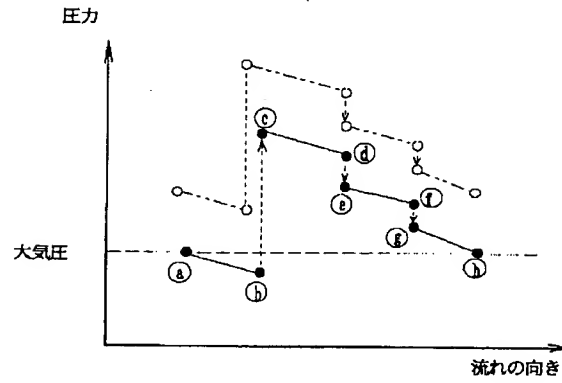
【図18】

従来例を示す図



【図19】

従来例における圧力分布を示す図



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁵

F 2 8 D 15/02

G 0 6 F 1/20

H 0 1 L 23/473

識別記号
1 0 1 K

庁内整理番号

F I

技術表示箇所